

## FORMULAÇÃO ARTESANAL DE FILMES BIODEGRADÁVEIS PARA UTILIZAÇÃO NA AGRICULTURA FAMILIAR

Igor Vespucci<sup>1</sup>; Milanna Paula Cabral Nunes<sup>2</sup>; André José de Campos<sup>3</sup>; Manoel Soares Soares Júnior<sup>3</sup>; Márcio Caliarí<sup>4</sup>

### RESUMO:

A utilização de embalagens provenientes de polímeros derivados do petróleo gera uma produção acelerada de resíduos por não serem biodegradáveis, uma solução alternativa vem a ser a utilização de embalagens biodegradáveis. Assim, o questionamento geral do trabalho foi de qual a melhor matéria-prima, de fácil acesso aos agricultores familiares, para elaborar um filme biodegradável para utilização em pequenas produções de frutas? Para tal, utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 5 repetições, totalizando em 20 unidades experimentais. As variáveis respostas foram: microscopia eletrônica de varredura, atividade de água, espessura, opacidade aparente e solubilidade em água. Após a análise estatística, por meio da análise de variância e teste, Scott-Knott determinou-se o melhor tratamento baseado no desempenho dos filmes biodegradáveis em resposta às variáveis analisadas. Dentre os amidos avaliados, o que apresentou melhores resultados para utilização na agricultura familiar foi o revestimento à base de polvilho azedo com melhor aspecto visual na microscopia eletrônica, menor atividade de água e maior solubilidade em água.

**Palavras-chave:** Antimicrobiano; Embalagens para alimentos; Vida útil.

### ARTISANAL FORMULATION OF BIODEGRADABLE FILMS FOR USE IN FAMILY FARMING

### ABSTRACT:

The use of packaging derived from petroleum-derived polymers generates an accelerated production of residues because they are not biodegradable. An alternative solution turns out to be the use of biodegradable packaging. So, the general question of the work was, what is the best raw material, easily accessible to family farmers, to produce a biodegradable film for use in small fruit productions? A completely randomized design was used for this study, with four treatments and five repetitions, totaling 20 experimental units. The response variables were: scanning electron microscopy; water activity; thickness; apparent opacity, and solubility in water. After the statistical analysis, through analysis of variance and test, Scott-Knott determined the best treatment based on the performance of biodegradable films in response to the variables analyzed. Among the starches evaluated, the one that presented the best results for use in family farming was the coating based on sour powder with better visual aspect in electron microscopy, less water activity, and greater solubility in water.

**Key words:** Antimicrobial; Food packaging; Shelf-life.

<sup>1</sup> Faculdade Araguaia, Docente do curso de Engenharia Agrônômica, e-mail: igorvespucci@agronomo.eng.br;

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Goiás, Departamento de pós-graduação em Engenharia Agrícola, Câmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas, e-mail: milannanunes@icloud.com

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Doutor, e-mail: andre.jose@ueg.br;

<sup>4</sup> Engenheiro Químico, Doutor, e-mail: macaliari@ufg.br

Torna-se cada vez mais importante o uso de embalagens para preservar os alimentos, principalmente as frutas. Segundo a Abrafrutas (2020), o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, sendo mais de 2,5 milhões de hectares cultivados. De acordo com a Embrapa (2020), mais da metade das frutas produzidas no Brasil é proveniente da agricultura familiar. O Ministério do Desenvolvimento Agrário (2020) cita que 90% dos municípios que possuem menos de 20 mil habitantes têm sua base econômica na agricultura familiar. Nesse contexto, o Brasil possui 74,08% dos municípios brasileiros (IBGE, 2010). Graeub et al. (2016) afirmam que a agricultura familiar é um componente chave para a redução da pobreza e da melhoria na segurança alimentar e nutricional da população.

A formulação de filmes biodegradáveis à base de matérias-primas de baixo custo é de suma importância para sua utilização na agricultura familiar, assim como a acessibilidade da glicerina (BIODIESELBR, 2008) e do amido (OLIVEIRA et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2012), uma vez que tais aspectos supracitados são determinantes para sua efetividade de utilização na agricultura familiar.

Dentre os produtos biodegradáveis, os filmes biodegradáveis à base de amido têm e vêm obtendo espaço graças aos seus múltiplos benefícios, como serem de ampla ocorrência, apresentarem baixo custo, serem inodoros e incolores, não serem tóxicos, além de serem biocompatíveis e ambientalmente sustentáveis (CHUNG et al., 2010; FAKHOURI et al., 2012; SOUZA et al., 2012; MEDINA-JARAMILLO et al., 2017).

Diversas fontes para obtenção do amido estão disponíveis no meio agrícola, como o arroz, milho e principalmente mandioca.

Esta última cultura merece destaque, pois é uma planta de origem brasileira, com elevado rendimento de amido por tonelada de produto, apresenta baixo custo de produção e resistência a extensos períodos de seca se comparado com outras fontes de amido (TONUKARI, 2004; SHANAVAS et al., 2011).

Contudo, independente de sua fonte, o amido tem como característica ser demasiadamente higroscópico e pouco flexível. Portanto, filmes produzidos somente com amido, tendem a ter propriedades mecânicas indesejáveis, prejudicando a produção dessas embalagens (CHUNG et al., 2010; MEDINA-JARAMILLO et al., 2017; SHARMA et al., 2017). Porém, a adição de plastificantes são alternativas viáveis a fim de aprimorar as propriedades mecânicas dos filmes à base de amido, já que reduzem a interação entre as cadeias de amido aumentando a sua mobilidade.

De acordo com Medina et al. (2019), existe uma lacuna de estudos relevantes no que tange à agregação de valores aos produtos agropecuários, diretamente relacionados ao fornecimento de produtos processados ou *in natura* a partir de matérias-primas renováveis.

Neste sentido, surge um questionamento: qual a melhor matéria-prima, de fácil acesso aos agricultores familiares, para elaborar um filme biodegradável para utilização em pequenas produções de frutas? Para se responder a tal questionamento, surge o seguinte objetivo: caracterizar e identificar a melhor formulação artesanal de filmes biodegradáveis à base de amido para aplicação em pequenas produções de frutas.

O experimento foi conduzido no Laboratório de Secagem e Armazenamento de Produtos Agrícolas da Universidade Estadual de Goiás - Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas (CCET), em Anápolis – Goiás.

Os filmes foram elaborados com variação de quatro matérias-primas amiláceas, sendo elas: amido de batata, amido de milho, polvilho doce e polvilho azedo. Utilizou-se para todas as unidades experimentais 2 gramas da matéria-prima amilácea, 0,08g de glicerina (Uniphar, Anápolis, Brasil) e 0,03g de canela em pó (Goiás Tempero, Nerópolis, Brasil) em 100mL de água filtrada.

As soluções filmogênicas foram preparadas de acordo com o método descrito por Mali et al. (2010), com adaptações, seguindo as devidas concentrações de: matéria-prima, plastificante,

agente antimicrobiano e solvente. Após a mistura dos componentes de cada formulado, a solução foi aquecida a 100°C até a completa gelatinização do amido.

Em seguida, com o auxílio de uma seringa, 50mL da solução foi colocada em tampas de embalagens de polipropileno com 16cm de diâmetro para que fossem desidratadas e posteriormente, retirados os corpos de provas para as análises das variáveis respostas.

As soluções foram desidratadas conforme a técnica *casting*, que consiste na preparação de uma solução filmogênica, seguida de sua secagem em incubadora tipo *Biochemical Oxygen Demand* (Tecnal, TE-371, Piracicaba, Brasil) a  $30 \pm 5^\circ\text{C}$ , durante 24 horas. Os filme biodegradáveis secos foram acondicionados em dessecadores contendo solução saturada de carbonato de sódio, e posteriormente foram caracterizados.

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 5 repetições, totalizando em 20 unidades experimentais. As variáveis respostas foram: microscopia eletrônica de varredura (CASTRO, 2002), atividade de água (AOAC, 2016), espessura (AOAC, 2016), opacidade aparente (SOUSA et al., 2013) e solubilidade em água (PELLISSARI et al., 2017).

Todas as premissas básicas da análise de variância foram verificadas. O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para verificar a normalidade dos dados; o teste de Bartley para testar a homogeneidade da variância; já para aditividade dos efeitos e para aleatoriedade dos erros foram respeitados através do modelo matemático utilizado no delineamento (BANZATTO E KRONKA, 2013).

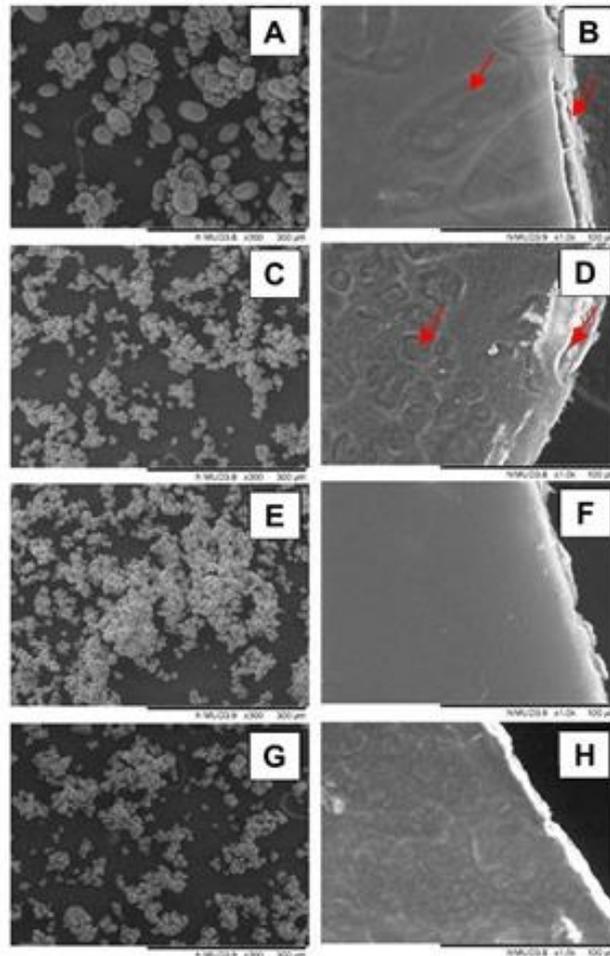
Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste

de *Scott-knott*. Considerou-se uma probabilidade de 5% para todos os testes mencionados. As análises foram realizadas no software Sisvar e R (FERREIRA, 2014; R Core Team, 2019).

As micrografias dos amidos *in natura* e das seções transversais para os diferentes filmes estão demonstradas na Figura 1. Os grânulos de amido de milho apresentaram forma e tamanhos variados. Nota-se a presença de grânulos esféricos e elípticos com diferentes tamanhos (Figura 1C), o mesmo comportamento também foi observado por outros autores (LIU et al., 2014; MALUCELLI et al., 2015; MOLAVI et al., 2018; MINAKAWA et al., 2019). Já os grânulos de amido de batata (Figura 1A), apresentam formas redondas, poligonais ou ovais, tais características foram relatadas por vários pesquisadores (ROCHA et al., 2010; ZHU et al., 2011; ZHU e WANG, 2014; YONG et al., 2018).

Os grânulos dos amidos da mandioca (polvilho doce e azedo) apresentaram formatos circulares característicos, tamanho pequeno e possuem superfície lisa (Figura 1E e 1G). A mesma situação foi identificada por Gama et al. (2015) ao caracterizarem os grãos de amido de cultivares de mandioca. O tamanho e formato dos grânulos são importantes para a formação de revestimentos.

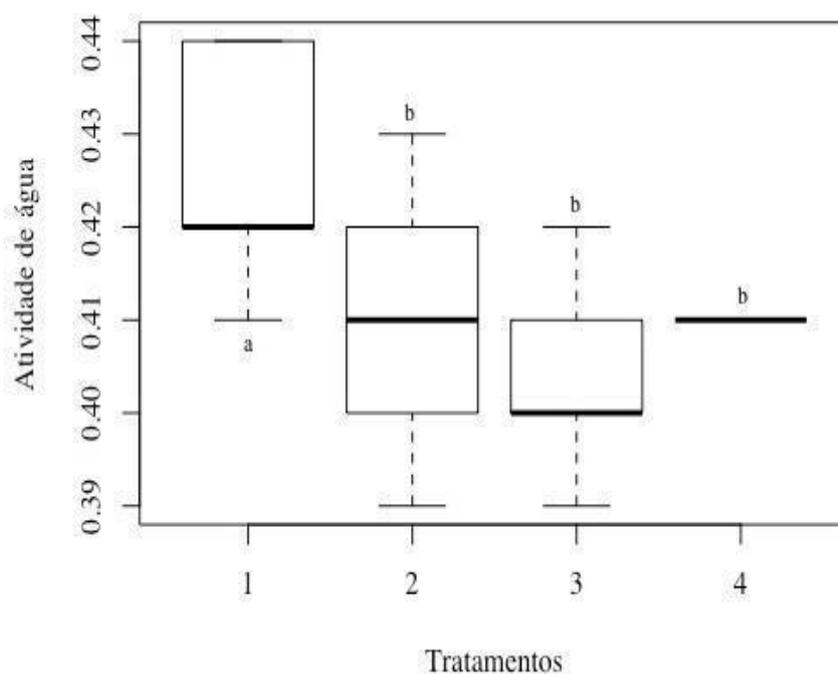
No que se refere a morfologia dos filmes que estão demonstrados micrograficamente, na Figura 1, o de polvilho doce (1F) e polvilho azedo (1H) apresentaram superfícies lisas e homogêneas se comparados aos filmes à base de amido de batata (1B) e amido de milho (1D) que apresentaram superfícies rugosas e rachaduras. Comportamento estes que são indesejáveis quando o intuito é a produção de filmes biodegradáveis.



**Figura 1.** Micrografias das matérias-primas utilizadas para elaboração dos filmes: (A) amido de batata ( $\times 300$ ); (C) amido de milho ( $\times 300$ ); (E) polvilho doce ( $\times 300$ ); (G) polvilho azedo ( $\times 300$ ). Micrografias das seções transversais dos filmes de: (B) amido de batata ( $\times 1.0k$ ); (D) amido de milho ( $\times 1.0k$ ); (F) polvilho doce ( $\times 1.0k$ ); (H) polvilho azedo ( $\times 1.0k$ ).

Os resultados indicaram que os revestimentos produzidos à base de amido de batata apresentaram maior atividade de água, e para os demais filmes não houve diferença estatística significativa (Figura 2). O filme de polvilho azedo apresentou menor desvio padrão, permanecendo praticamente estável em todas as repetições e se diferenciando dos demais tratamentos.

Tal estabilidade é o que se almeja quando se trabalha com filmes à base de amido (FARIA et al., 2012). Mali et al. (2010) citaram que a atividade de água é importante na formação de filmes biodegradáveis, visto que tais filmes, por natureza, têm comportamento hidrofílico, o que os tornam susceptíveis a alterações de umidade, sendo prejudiciais do ponto de vista microbiológico.



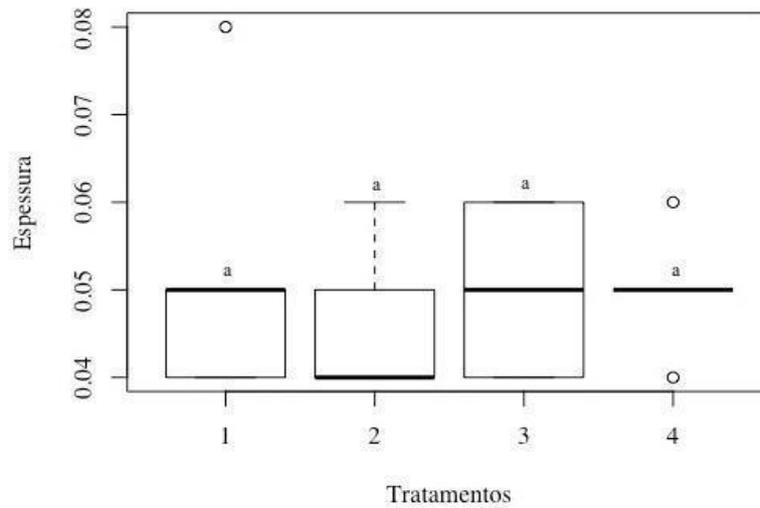
**Figura 2.** Box plot dos valores de atividade de água de diferentes matérias-primas utilizadas para elaboração dos filmes biodegradáveis. Os tratamentos são: (1) amido de batata; (2) amido de milho; (3) amido de polvilho doce; (4) amido de polvilho azedo.

Para a variável espessura, não houve diferença significativa entre os filmes avaliados (Figura 3), provavelmente isso se deu pelo fato de terem sido utilizadas as mesmas quantidades de plastificante e solução filmogênica aplicadas na tampa de polipropileno. Em concordância com Wang et al. (2017), a espessura dos filmes aumentam à medida que ampliou as concentrações de amido, já que o aumento no número de grânulos amplia a área de superfície e possibilita uma melhor interação com o plastificante.

No presente estudo, foi mantida fixa a quantidade de amido e de plastificante, o que pode justificar a não diferença estatística entre os tratamentos. A espessura do filme é relevante na fabricação de revestimentos comestíveis, pois influencia diretamente nas alterações metabólicas e

na redução da perda de massa dos frutos (DHALL, 2013). Entretanto, de acordo com Sobral (1999), o controle de espessura de filmes obtidos pelo processo de produção do tipo *casting* é difícil, e segundo Mali et al. (2010), os filmes apresentarem a mesma espessura indica padronização na elaboração e secagem deles.

Henrique et al. (2008), ao trabalharem com filmes biodegradáveis, a partir de amidos modificados de mandioca, não obtiveram diferença estatística significativa entre os tratamentos para a variável espessura. A mesma situação foi observada por Hatmi et al. (2020), ao utilizarem três tipos de amido e sorbitol para filmes comestíveis, visto que não encontraram diferença estatística significativa entre os tratamentos para esta variável.



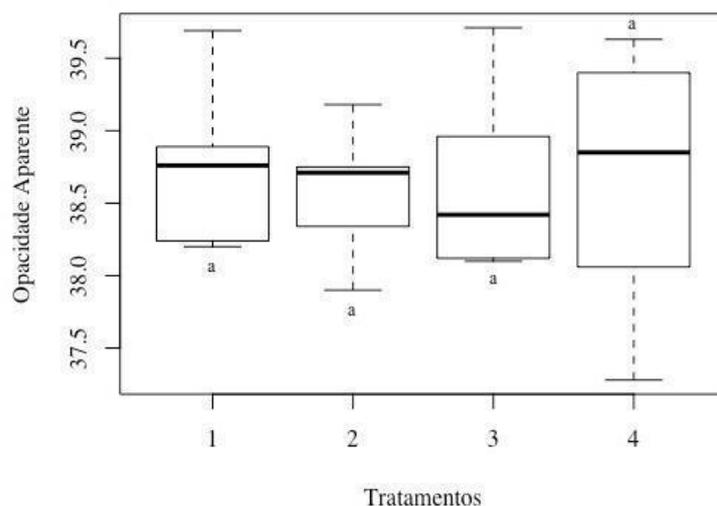
**Figura 3.** *Box plot* dos valores de espessura (mm) de diferentes matérias-primas utilizadas para elaboração dos filmes biodegradáveis. Os tratamentos são: (1) amido de batata; (2) amido de milho; (3) amido de polvilho doce; (4) amido de polvilho azedo.

Para a variável opacidade aparente, não foram constatadas diferenças significativas dentre os tratamentos utilizados (Figura 4). O grau de opacidade de um filme é mediado pelas alterações de coloração ocorridas durante o processo de gelatinização devido à ruptura do grânulo de amido cristalino gerando um gel opaco (PELLISSARI et al., 2012; KETT et al., 2013). Esta variável é mediada também pela estrutura do amido e pela espessura do filme (MALI, 2004; CRIPPA et al., 2007; DAVANÇO, 2007).

Wurzburg (1986) constatou que os teores de amilose dos amidos e suas moléculas em solução tendem a orientar-se paralelamente devido à

linearidade, aproximando-se suficientemente para formarem ligações de hidrogênio entre hidroxilas de cadeias adjacentes. Como resultado, a afinidade do polímero por água é reduzida, favorecendo a formação de pastas opacas e filmes resistentes.

Durante o processo de gelatinização do amido, ocorre mudança na coloração devido à perda da estrutura e cristalinidade dos grânulos de amido, tornando-se gel com certa opacidade. Valores com pouca variabilidade para opacidade aparente em filmes à base de amido também foram verificados por Silva et al. (2008), assim como constatados neste trabalho.



**Figura 4.** Box plot dos valores de opacidade aparente (%) de diferentes matérias-primas utilizadas para elaboração dos filmes biodegradáveis. Os tratamentos são: (1) amido de batata; (2) amido de milho; (3) amido de polvilho doce; (4) amido de polvilho azedo.

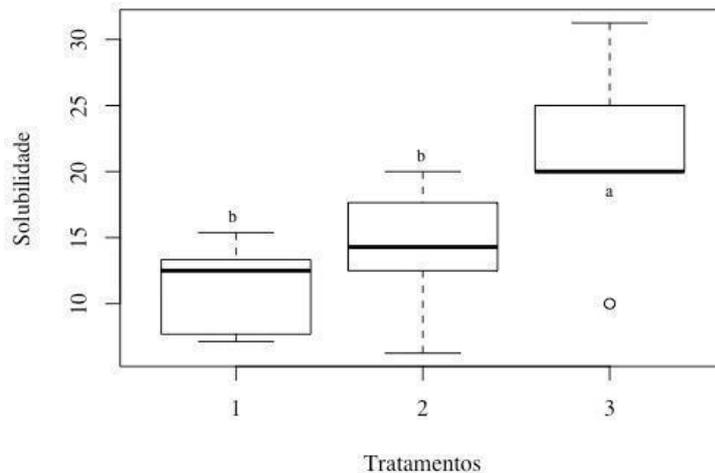
Para a variável solubilidade, o tratamento de amido de batata não pôde ser mensurado, ele aderiu-se fortemente à tampa de polipropileno não podendo ser retirado para posterior pesagem, portanto, foi descartado. A forte aderência faz com que o tratamento com amido de batata não seja considerado viável. De acordo com Mali et al. (2005) e Shimazu et al. (2007), filmes de amido que se mostraram mais aderidos ao suporte dizem respeito à proporção de plastificante em que confere maior adesividade às amostras.

Os tratamentos 1, 2, 3 correspondem ao amido de milho, polvilho doce e polvilho azedo, respectivamente (Figura 5). O revestimento de polvilho azedo obteve o melhor resultado no que tange à solubilidade apresentando valores entre 20 e 30%, o que de acordo com Gomes et al. (2016) são valores desejáveis para revestimentos aplicados em pós-colheita. A solubilidade é um fator relevante para filmes atribuídos ao revestimento de frutas, uma vez que atuará como barreira às transferências

de vapor de água do fruto para o meio ambiente (SILVA et al., 2019).

Os valores de solubilidade encontrados na literatura para revestimento de mandioca estão em consonância com o presente trabalho. Moosavian et al. (2017) testando filmes à base de amido de mandioca com essência de *Mentha piperita*, observaram valores de solubilidade variando de 22% a 32%, enquanto os filmes à base de quitosana e goma xantana, obtidos por Lima et al. (2017) variaram em torno de 19% a 22%. Luchese et al. (2018) desenvolveram filmes biodegradáveis a partir de várias quantidades e fontes de amido, usando glicerol como plastificante e obtiveram solubilidade até 26,5% para o filme biodegradável de amido de mandioca.

Dentre os amidos avaliados, o que apresentou melhores resultados para utilização na agricultura familiar foi o revestimento à base de polvilho azedo com melhor aspecto visual na microscopia eletrônica, menor atividade de água e maior solubilidade em água.



**Figura 5.** Box plot dos valores de solubilidade (%) de diferentes matérias-primas utilizadas para elaboração dos filmes biodegradáveis. Os tratamentos são: (1) amido de milho; (2) amido de polvilho doce; (3) amido de polvilho azedo.

## REFERÊNCIAS

ABRAFRUTAS. **Brasil é o terceiro maior produtor de frutas.** Disponível em: <<https://abrafrutas.org/2019/03/07/brasil-e-o-terceiro-maior-produtor-de-frutas-do-mundo-diz-abrafrutas/>>. Acesso em: 16 maio 2020.

AOAC, Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL.** 20 ed. Maryland, USA, 2016. 3100p.

ASTM – American Society for Testing and Materials. **Standart test method for tensile properties of thin plastic sheeting – D 882-02.** Annual Book of ASTM, Philadelphia: ASTM, 2002. 9p.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola.** 1 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2013. 237p.

BIODIESELBR. **Glicerina, o tamanho do problema.** Ano 1, n.3, 2008.

CASTRO, L.A.S. **Processamento de amostras para microscopia eletrônica de varredura.** 1 ed. Pelotas : Embrapa Clima Temperado, 2002. 37p.

CHUNG, Y.L.; ANSARI, S.; ESTEVEZ, L.; HAYRAPETYAN, E.P. GIANNELIS, LAI, H.M. Preparation and Properties of biodegradable starch-clay nanocomposites. **Carbohydrate Polymers,** Tenbury Wells, v.79, n.2, p.391-396, 2010.

CRIPPA, A.; SYDENSTRICKER, T.H.D.; AMICO, S.C. Desempenho de filmes multicamadas em embalagens termoformadas. **Polímeros: Ciência e Tecnologia,** São Carlos, v.17, n.3, p.188-193, 2007.

DAVANÇO, T.; TANADA-PALMU, P.; GROSSO, C. Filmes compostos de gelatina, triacetina, ácido esteárico ou capríco: efeito do pH e da adição de surfactants sobre a funcionalidade dos films. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v.27, n.2, p.408-416, 2007.

DHALL, R.K. Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition,** Massachusetts, v.53, n.5, p.435-450, 2013.

EMBRAPA. **Ciência que transforma.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/frutas-e-hortalias>>. Acesso em: 16 de maio 2020.

FAKHOURI, F.M.; MARTELLI, S.M.; BERTAN, L.C.; YAMASHITA, F.; MEI, L.H.I.; QUEIROZ,

- F.P.C. Edible films made from blends of manioc starch and gelatin - Influence of different types of plasticizer and different levels of macromolecules on their properties. **LWT - Food Science and Technology**, London, v.49, n.1, p.149-154, 2012.
- FARIA, F.O.; VERCELHEZE, A.E.S.; MALI, S. Propriedades físicas de filmes biodegradáveis à base de amido de mandioca, álcool polivinílico e montmorilonita. **Química Nova**, São Paulo, v.35, n.3, p.487-492, 2012.
- FERREIRA, D.F. Sisvar : um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2014.
- GAMA, T.S.S.; LUCAS, F.C.A.; LOBATO, G.J.M. Morfologia dos grãos de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em Caxiuanã, Pará, Brasil. **Scientia Amazonia**, Manaus, v.4, n.3, p.63-68, 2015.
- GOMES, M.A.; ASCHERI, D.P.R.; CAMPOS, A.J. Characterization of edible films of *Swartzia burchelli* phosphated starches and development of coatings for Postharvest application to cherry tomatoes. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.37, n.4, p.1897-1910, 2016.
- GRAEUB, B.E.; CHAPPELL, M.J.; WITTMAN, H.; LEDERMANN, S.; KERR, R.B.; GEMMILL-HERREN, B. O estado das fazendas familiares no mundo. **World Development**, Ann Arbor, v.87, n.1, p.1-15, 2016.
- HATMI, R.U.; APRIYATI, E.; CAHYANINGRUM, N. Edible coating quality with types of starch and sorbitol plasticizer. **E3S Web of Conferences**, Depok, v.142, n.1, p.1-9, 2020.
- HENRIQUE, C.M.; CEREDA, M.P.; SARMENTO, S.B.S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.1, p.231-240, 2008.
- IBGE. **Números de municípios por tamanho da população, 2010**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=destaques>>. Acesso em: 16 de maio 2020.
- KETT, A.P.; CHAURIN, V.; FITZSIMONS, S.M.; MORRIS, E.R.; O'MAHONY, J.A.; FENELON, M.A. Influence of milk proteins on the pasting behaviour and microstructural characteristics of waxy maize starch. **Food hydrocolloids**, Oxford, v.30, n.1, p.661-671, 2013.
- LIMA, M.M.; BIANCHINI, D.; DIAS, A.G.; ZAVAREZE, E.R.; PRENTICE, C.; MOREIRA, A.S. Biodegradable films based on chitosan, xanthan gum, and fish protein hydrolysate. **Journal Applied Polymer Science**, Mainz, v.134, n.1, p.1-9, 2017.
- LIU, H.; LIANG, R.; ANTONIOU, J.; LIU, F.; SHOEMAKER, C.F.; LI, Y.; ZHONG, F. The effect of high moisture heat-acid treatment on the structure and digestion property of normal maize starch. **Food Chemistry**, Barking, v.159, n.1, p.22-229, 2014.
- LUCHESE, C.L.; BENELLI, P.; SPADA, J.C.; TESSARO, I.C. Impact of the starch source on the physicochemical properties and biodegradability of different starch-based films. **Journal Applied Polymer Science**, Mainz, v.135, n.33, p.46564, 2018.
- MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E.; GARCIA, M.A.; MARTINO, M.M.; ZARITZKY, N.E. Barrier, mechanical and optical properties of plasticized yam films. **Carbohydrate Polymers**, Tenbury Wells, v.56, n.1, p.129-135, 2004.
- MALI, S.; SAKANAKA, L.S.; YAMASHITA, F.; GROSSMANN, M.V.E. Water sorption and mechanical properties of cassava starch films and their relation to plasticizing effect. **Carbohydrate Polymers**, Tenbury Wells, v.60, n.1, p.283-289, 2005.
- MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: Produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.1, p.137-156, 2010.
- MALUCELLI, L.C.; LACERDA, L.G.; DA CARVALHO FILHO, M.A.S.; FERNÁNDEZ, D.E.R.; DEMIATE, I.M.; OLIVEIRA, C.S.; SCHNITZLER, E. Porous waxy maize starch:

Thermal, structural and viscographic properties of modified granules obtained by enzyme treatment. **Journal of Thermal Analysis and Colorimetry**, Budapest, v.120, n.1, p.528-532, 2015.

MDA. **Vitrine da agricultura familiar**. Disponível em: <<http://vitrine.mda.gov.br/o-que-e-a-agricultura-familiar>>. Acesso em: 16 de maio 2020.

MEDINA-JARAMILLO, C.; OCHOA-YEPES, O.; BERNAL, C.; FAMÁ, L. Active and smart biodegradable packaging based on starch and natural extratos. **Carbohydrate Polymers**, Tenbury Wells, v.176, n.1, p.187-194, 2017.

MEDINA; G.S.; LIMA, D.A.L.L.; WANDER, A.E.; GODOI, C.N.; DIAS, C.M.; TERESA, F.B.; CAMPOS, A.J.; MACEDO, L.O.B.; THOMÉ, K.M.; PEREIRA, J.W.A.; RODRIGUES, W.; TEIXEIRA, S.M.; CRUZ, J.E. **Agenda estratégica de pesquisa científica para o desenvolvimento rural sustentável do Brasil Central**. In: Cruz, J.E.; Medina, G.S.; Macedo, L.O.B. (ORG). Estudos em agronegócio: competitividade, mercados e ambiente institucional. 4v. Goiânia: Kelps, 2019.

MINAKAWA, A.F.K.; TISCHER, F.P.C.S.; MALI, S. Simple ultrasound method to obtain starch micro and nanoparticles from cassava, corn and yam starches. **Food Chemistry**, Barking, v.283, n.1, p.11-18, 2019.

MOOSAVIAN, V.; MARVIZADEH, M.M.; NAFCHI, A.M. Biodegradable films based on *Cassava* starch/*Mentha piperita* essence: Fabrication, characterization and properties, **Journal of Chemical Health Risks**, Teerã, v.7, n.1, p.239-245, 2017.

MOLAVI, H.; RAZAVI, S.M.A.; FARHOOSH, R. Impact of hydrothermal modifications on the physicochemical, morphology, crystallinity, pasting and thermal properties of acorn starch. **Food Chemistry**, Barking, v.245, n.1, p.385-393, 2018.

NASCIMENTO, T.A.; CALADO, V.; CARVALHO, C.W.P. Desenvolvimento e caracterização de filmes flexíveis à base de mesocarpo de amido e maracujá farinha com nanopartículas. **Food Research International**, Burlington, v.49, n.1, p.588-595, 2012.

OLIVEIRA, L.F, ASCHERI, D.P.R, ASCHERI, J.L.R. Desenvolvimento, caracterização de filmes comestíveis de fécula de Mangarito (*Xanthosoma mafaffa* Schott) e sua aplicação em frutos de jabuticaba. **Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos (CEPPA)**, Curitiba, v.29, n.2, p.265-280, 2011.

PELISSARI, F.M.; YAMASHITA, F.; GARCIA, M.A.; MARTINO, M.N.; ZARITZKY, N.E.; GROSSMANN, M.V.E. Constrained mixture design applied to the development of cassava starch-chitosan blown films. **Journal of Food Engineering**, Chicago, v.108, n.1, p.262-267, 2012.

PELISSARI, F.M.; ANDRADE-MAHECHA, M.M.; SOBRAL, P.J.A.; MENEGALLI, F.C. Nanocomposites based on banana starch reinforced with cellulose nanofibers isolated from banana peels. **Journal of Colloid and Interface Science**, Copenhagen, v.505, n.1, p.154-167, 2017.

R Core Team. **R: A Language and environment for statistical computing**. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria, 2019.

ROCHA, T.S.; CARNEIRO, A.P.A.; FRANCO, C.M.L. Effect of enzymatic hydrolysis on some physicochemical properties of root and tuber granular starches. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.2, p.544-551, 2010.

SHANAVAS, S.; PADMAJA, G.; MOORTHY, S.N.; SAJEEV, M.S.; SHERIFF, J.T. Process optimization for bioethanol production from cassava starch using novel eco-friendly enzymes. **Biomass Bioenergy**, Birmingham, v.35, n.2, p.901-909, 2011.

SHARMA, C.; MANEPALLI, P.H.; THATTE, A.; THOMAS, S.; KALARIKKAL, N.; ALAVI, S. Biodegradable starch/PVOH/laponite RD-based bionanocomposite films coated with graphene oxide: preparativos and performance characterization for food packaging applications. **Colloid and Polymer Science**, Garching, v.295, n.1, p.1695-1708, 2017.

SHIMAZU, A.A.; MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E. Efeito plastificante e antiplastificante do glicerol e do sorbitol em filmes biodegradáveis de

- amido de mandioca. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.1, p.79-88, 2007.
- SILVA, G.G.D.; SOBRAL, P.J.A.; CARVALHO, R.A.; BERGO, P.V.A.; MENDIETA-TABOADA, O.; HABITANTE, A.M.Q.B. Biodegradable films based on blends of gelatin and poly (vinyl alcohol): Effect of PVA Type or concentration on some physical properties of films. **Journal of Polymers and the Environment**, Coventry, v.16, n.1, p.276-285, 2008.
- SILVA, O.A.; PELLÁ, M.G.; PELLÁ, M.G.; CAETANO, J.; SIMÕES, M.R.; BITTENCOURT, P.R.S.; DRANGUNSKI, D.C. Synthesis and characterization of a low solubility edible film based on native cassava starch. **International Journal of Biological Macromolecules**, Colorado, v.128, n.1, p.290-296, 2019.
- SOBRAL, P.J.A. Propriedades funcionais de biofilmes de gelatina em função da espessura. **Ciência & Engenharia**, Uberlândia, v.8, n.1, p.60-67, 1999.
- SOUSA, G.M.; YAMASHITA, F.; SOARES JÚNIOR, M.S. Application of biodegradable films made from rice flour, poly (butylene adipate co-terephthalate): Effect of potassium sorbate on film characteristics. **Materials Science and Engineering**, London, v.33, n.6, p.3153-3159, 2013.
- TONUKARI, N.J. Cassava and the future of starch. **Electronic Journal of Biotechnology**, Valparaiso, v.7, n.1, p.12-15, 2004.
- WANG, K.; WANG, W.; YE, R.; LIU, A.; XIAO, J.; LIU, Y.; ZHAO, Y. Mechanical properties and solubility in water of corn starch-collagen composite films: Effect of starch type and concentrations. **Food Chemistry**, Barking, v.216, n.1, p.209-216, 2017.
- WURZBURG, O.B. 'Cross-linked starches'. In: WURZBURG, O.O. (Ed.). **Modified starches: properties and uses**. Flórida: CRC Press, 1986. 207p.
- YONG, H.; WANG, X.; SUN, J.; FANG, Y.; LIU, J.; JIN, C. Comparison of the structural characterization and physicochemical properties of starches from seven purple sweet potato varieties cultivated in China. **International Journal of Biological Macromolecules**, Colorado, v.120, n.1, p.1632-1638, 2018.
- ZHU, L.J.; LIU, Q.Q.; WILSON, J.D.; GU, M.H.; SHI, Y.C. Digestibility and physicochemical properties of rice (*Oryza sativa* L.) flours and starches differing in amylose content. **Carbohydrate Polymers**, Tenbury Wells, v.86, n.4, p.1751-1759, 2011.
- ZHU, F.; WANG, S. Physicochemical properties, molecular structure, and uses of sweet potato starch. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v.36, n.1, p.68-78, 2014.